

해상도 변화에 따른 공간 데이터의 구조특성 분석

구자용*

Analysis of Spatial Structure in Geographic Data with Changing Spatial Resolution

Cha Yong Ku*

요 약

공간상에 분포한 각종 지리사상들은 다양한 분석기법을 통하여 분포특성과 패턴이 파악된다. 이때 축적(scale)은 공간분석 기법에서 연구자가 고려해야 할 중요한 요인중의 하나이다. 이 연구에서는 해상도 저감에 따라 변화하는 공간 데이터의 구조특성을 표현할 수 있는 기법을 비교 분석하여 공간분석에 필요한 적정해상도의 모색과정에 이용하고자 한다. 순천만 해안습지의 LANSAT TM 데이터를 대상으로 하여, 데이터의 구조특성이 해상도에 따라 변화하는 특성을 살펴보고 이를 반영할 수 있는 해상도 특성 지수들을 비교평가 하였다. 기존에 개발된 국지적 분산(local variance)과 프랙탈 차원을 적용하였고, 해상도 변화과정에서 파생되는 분산 데이터의 공간분포 패턴을 표현하는 지수로 공간적 자기상관도인 Moran's I를 측정하였다. 구조특성 분석기법을 적용한 결과 기존에 개발된 국지적 분산과 프랙탈 차원보다는 분산 데이터의 공간적 자기상관도가 구조특성을 분석하는 기법으로 적합하게 나타났다. 공간적 자기상관도가 정점인 해상도에서 공간 데이터의 변화가 심하게 나타나고 있다. 공간 데이터의 구조특성을 탐색하는 기법으로 분산 데이터의 공간적 자기상관도가 효과적인 지수로 작용할 수 있다.

ABSTRACT : The spatial distribution characteristics and patterns of geographic features in space can be understood through a variety of analysis techniques. The 'scale' is one of most important factors in spatial analysis techniques. This study is aimed at identifying the characteristics of spatial data with a coarser spatial resolution and finding procedures for spatial resolution in operational scale. To achieve these objectives, this study selected LANSAT TM imagery for Suncheon Bay, a coastal wetland for a study site, applied the indices for representing scale characteristics with resolution, and compared those indices. Local variance and fractal dimension developed by previous studies were applied to measure the textual characteristics. In this study, Moran's I was applied to measure spatial pattern change of variance data

* 서울대학교 사회과학연구원 국토문제연구소 상근연구원(Research fellow, Institute for Korean Regional Studies, Center for Social Science, Seoul National University, 151-742, Seoul, Korea. Tel) 02-880-6322

which were generated from the process of coarser resolution. Drawing upon the Moran's I of variance data was optimum technique for analysing spatial structure than those of previous studies (local variance and fractal dimension). When the variance data represents maximum Moran's I at certainly resolution, spatial data reveals maximum change at that resolution. The optimum resolution for spatial data can be explored by applying these results.

1. 서 론

공간상에 분포한 각종 지리사상들은 다양한 분석기법을 통하여 분포특성과 패턴이 파악된다. 원격탐사와 GIS 기술의 발달로 다양한 공간 분석기법들이 개발되어 지역의 특성을 파악하는데 이용되고 있다. 이때 축척(scale)은 공간분석 기법에서 연구자가 고려해야 할 중요한 요인 중의 하나이다. 축척은 축척이 이루어지는 시간적, 공간적 간격으로 정의되며, 연구지역의 범위나 측정단위로 결정된다. 공간분석에 있어서 축척이 중요한 이유는 공간자료에 축척의존성(scale dependancy)이 존재한다는 점 때문이다. 공간상의 지리현상은 특정한 축척에서 보다 선명하게 관찰된다. 이때의 축척을 현상반영 축척(operational scale)이라 한다. 공간현상을 보다 명확히 설명하기 위해서는 현상반영 축척을 적절히 선정하여야 한다.

원격탐사와 GIS 분야에서는 공간 데이터의 구조특성을 파악하여 해상도에 따른 변화를 관찰하고, 이를 이용하여 적정해상도를 모색하여 왔다. 공간 데이터의 구조특성(spatial structure)이란 데이터가 표현하고 있는 지표면의 사상이 얼마나 복잡한가를 표현하는 것이다. 예를들어 사막이나 바다표면의 데이터와 같이 지표면의 사상이 거의 균일한 공간 데이터는 구조특성이 단순하다라고 할 수 있으며, 도시밀집지역과 같이 이질적인 사상들이 혼재된 공간 데이터는 구조특성이 복잡하다라고 할 수 있다.

본 연구에서는 공간 데이터의 해상도 변화에 따른 특성변화를 측정하기 위하여 위성영상을 연구대상으로 선정하였다. 위성영상의 해상도를

변화하면서 영상의 구조특성 변화를 측정하기 위한 제반 기법들을 비교 평가하고, 적정해상도 모색을 위한 바람직한 구조특성 분석기법을 탐색하였다.

2. 공간 해상도의 연구동향

공간 해상도란 공간자료를 분석할 수 있는 가장 작은 공간단위를 뜻한다. 원격탐사의 경우 주어진 고도와 특정한 촬영폭과 시간에서 어떤 센서가 지표면의 반사도를 측정할 수 있는 가장 작은 단위를 공간 해상도라 한다. 그러나 공간 해상도는 분광해상도와 결합되어 실질적인 해상도로 표현된다. 촬영을 할 때 대상물 주위와의 색의 대비(contrast)나 색상 등이 잘 구별되는지, 혹은 특정 파장대에서 구분이 잘 되는지 등에 따라 공간해상도는 달라질 수 있다.

원격탐사와 GIS 분야에서 해상도는 연구결과의 질을 좌우하는 핵심적인 요소로 자리잡고 있음에도 불구하고 해상도에 대한 연구는 최근에야 활발히 이루어지기 시작하였다. 공간 해상도는 센서의 특성에 의해 결정되기 때문에 지금까지는 센서에 관한 연구가 주된 연구주제로 다루어져 왔다. 그러나 최근 다양한 공간 해상도의 위성영상이 등장함에 따라 공간해상도의 변화에 따른 영상의 특성을 탐색하는데 많은 연구가 이루어지고 있다.

위성영상과 같은 수치 데이터는 아날로그 사진에 비하여 관리와 조작이 용이하기 때문에 연구자가 필요로 하는 공간 해상도의 자료로 변환이 용이하다. 수치 데이터의 형태로 구성되어 있는 영상자료로부터 다양한 해상도의 영상자료를 제작하고 각 해상도의 영상이 얼마나 지표면의 특성을 잘 반영

하는가를 측정하는 모의실험이 가능하게 되었다.

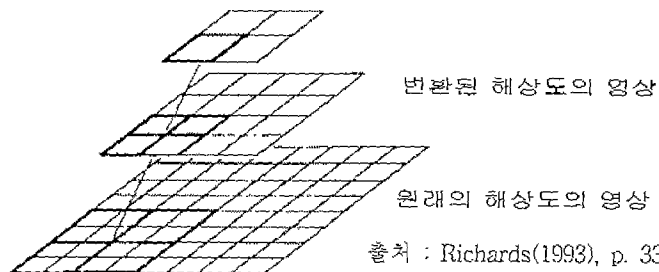
Woodcock와 Strahler(1987)는 영상이 공간 해상도에 따라 특성이 변화한다는 점을 밝히고, 이를 이용하여 적정 해상도를 탐색하는 기법을 제시하였다. 이들은 해상도가 저감됨에 따라 공간 구조(spatial structure)가 변화하며, 이에 따라 영상의 특성이 변화한다는 것을 밝혔다. 적정 해상도는 대상물의 크기와 관련이 있다는 점을 밝히고, 이를 측정하기 위하여 국지적 분산(local variance) 기법을 개발하고, 적정 해상도를 탐색하는 과정에 적용하였다. Lam(1990)은 영상의 공간구조를 프랙탈 차원으로 표현하여 해상도에 따른 변화를 파악하였다. 그는 지표면을 가장 잘 표현하고 있는 영상은 영상의 공간 구조가 가장 복잡할 것이라는 가정하에 영상의 공간구조를 표현하는 지표로 프랙탈 차원을 이용하였다. 그밖에 영상의 해상도 특성을 표현할 수 있는 지수로 지리분산(geographic variance; Moellering and Tobler, 1972), 구조분석(Texture Analysis; Nellis and Briggs, 1989) 등이 개발되어 왔다. Weigel(1996)은 영상의 해상도를 저감하는 평균, 표본추출, 가중평균, MODIS 변환 등 4가지 표본추출법을 비교, 분석하고 영상의 특성을 평가하였다. 그는 국지적 분산과 프랙탈 차원을 적용하여 각각의 기법에서 저감된 영상의 특성을 평가하였다.

공간 해상도의 변화가 영상의 분류결과에 미치는 영향에 관한 연구도 진행되었다. Markham

과 Townshend(1981)는 영상의 분류정확도는 두 가지 요소에 의하여 결정된다고 밝히고 있다. 첫 번째 요인은 분류결과에서 주변에 위치한 화소의 영향이다. 이러한 화소들은 지표면의 토지 피복 특성이 혼합되어 있어 이러한 화소의 해석 결과에 따라 영상의 분류정확도가 크게 달라질 수 있다. 이는 지리현상이 나타나는 해상도, 즉 현상반영 축척과 연관지을 수 있다. 영상의 해상도가 저감됨에 따라 혼합된 화소의 영향이 늘어나고, 이는 특정 지리현상이 영상에서 표현될 수 있기 때문이다. 두 번째 요인은 해상도에 따른 분광분리도의 변화이다. 해상도가 저감됨에 따라 같은 계급내의 분광 분리도가 변화하고 이는 분류정확도의 결과에 영향을 미치게 된다.

3. 공간 데이터의 해상도 변화 (피라미트 모형)

하나의 영상으로부터 다양한 해상도의 영상을 추출할 수 있는 기법으로 여러 가지 기법들이 개발되어 왔다. 대표적인 기법이 압축(aggregation)을 이용한 피라미트 접근법이다. 원래의 영상에서 인접한 화소들을 묶어 하나의 화소로 표현하는 방법으로 낮은 축척의 영상을 제작하는 기법이다. 새로이 작성된 영상은 다시 인접 화소들을 묶어 더욱 낮은 축척의 영상으로 제작된다. 이러한 과정이 반복되면



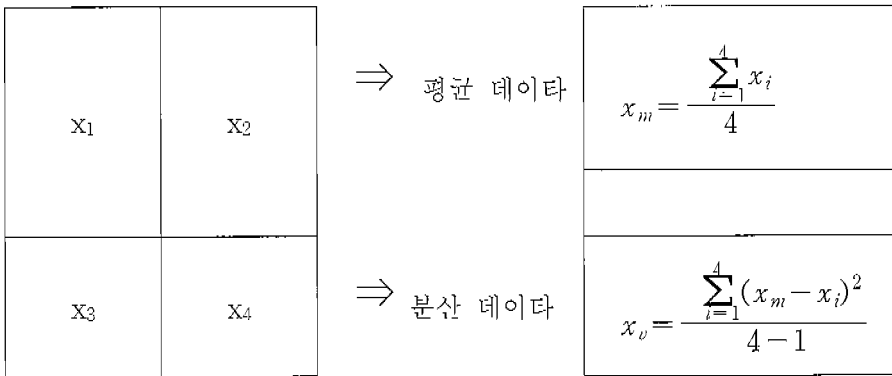
출처 : Richards(1993), p. 33.

[그림 1] 공간 데이터 피라미트의 구조

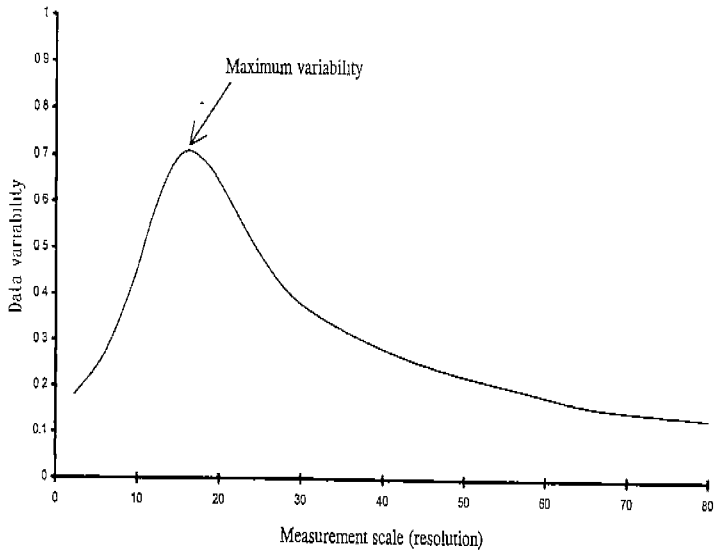
서, 원래의 영상은 가장 아래에 위치하고, 하나로 압축된 화소는 가장 상층에 위치하는 피라미트의 자료모형으로 구성된다. 피라미트 모형의 구조는 그림 1과 같다.

인접한 화소들을 합쳐 새로운 해상도에 값을 부여함으로써 영상의 해상도를 저감할 수 있다. 가장 보편적으로 사용되는 축척변환 기법이 원래의 화소들의 평균값을 구하여 하나의 화소로

표현하는 평균법이다. 본 연구에서는 평균법을 적용하여 영상의 해상도를 저감하였다. 영상의 해상도를 저감하는 방법은 그림 2와 같다. 원래의 영상으로부터 인접한 화소들을 합친 후, 합쳐질 대상 화소들의 평균을 계산하고, 그 결과를 해상도가 변환된 영상으로 작성하였다. 이때 평균과 함께 분산도 계산하고, 이를 별도로 분산영상으로 작성하였다.



[그림 2] 공간 데이터의 해상도 저감방법



출처 : Quattrochi and Goodchild(1997), p. 66.

[그림 3] 국지적 분산의 그래프

4. 공간 데이터의 구조특성 측정기법

4.1 국지적 분산 (local variance)

위성영상의 해상도에 따른 변화를 측정하고 적정 해상도를 모색할 수 있는 방안 중의 대표적인 기법이 국지적 분산(local variance)이다. Woodcock와 Strahler(1988)에 의해 개발된 국지적 분산은 3×3의 이동 윈도우(moving window)를 영상에 씌운 후, 분산을 계산하는 방법이다.

해상도에 따라 국지적 분산의 변화를 관찰하면 해상도에 따른 변이를 파악할 수 있다. 영상의 공간 해상도가 연구자가 분석하고자 하는 대상물보다 작을 경우 국지적 분산의 값이 작아진다. 그러나 공간 해상도가 커질 경우 국지적 분산이 증가한다. 그러나 해상도가 계속 낮아져서 공간 해상도가 분석 대상물보다 클 경우에는 국지적 분산이 다시 줄어든다. 해상도에 따른 국지적 분산의 변화를 그래프로 그릴 경우 그림 3과 같은 곡선이 형성된다. 곡선의 정점에 해당되는 해상도가 연구자가 분석하고자 하는 적정 해상도로 이용될 수 있다.

국지적 분산은 영상의 해상도 특성을 측정하기 위해 구조적인 특성을 측정하는 기법이다. 그러나 이 기법의 가장 큰 문제점은 영상의 전체 분산에 의존한다는 점이다. 따라서 한 영상의 국지적 분산의 측정 결과는 같은 다른 영상의 결과와 비교할 수 없다. 또한 영상의 국지적 분산이 다시 평균으로 요약되기 때문에 영상 내에서 분산의 공간적 분포특성을 파악할 수 없다.

4.2 프랙탈 차원 (fractal dimension)

전통적인 유클리드 기하학에서는 자연의 현상을 정수로 표현하여 왔다. 즉 점은 0차원, 선은 1차원, 면은 2차원으로 표현하였다. 그러나 자연 속에 존재하는 혼돈과 무질서를 표현하기 위해서는 새로운 표현방법을 필요로 하게 되었다. Mandelbrot는 자연속에 존재하는 불규칙한

현상이 실제로는 일정한 규칙을 가지고 반복되는 것으로 파악하고 이를 프랙탈 개념으로 설명하였다. 영상으로부터 계산되는 프랙탈 차원은 2차원과 3차원 사이의 실수로 표현된다. 즉 전체 영상이 동일한 값으로 구성될 경우 프랙탈 차원은 2가 되며, 완전히 불규칙한 영상일 경우 프랙탈 차원은 3에 가깝게 표현된다. 영상으로부터 계산된 프랙탈 차원의 값이 3에 가까울수록 복잡한 영상이라 할 수 있다.

프랙탈 차원을 통하여 해상도에 따른 영상의 특성을 수치로 표현할 수 있다. 프랙탈 차원의 값이 높을 수록 복잡한 공간구조를 가지고 있다. 따라서 해상도에 따른 프랙탈 차원의 변화를 관찰함으로써 공간구조의 변화를 파악할 수 있다.

4.3 분산 영상의 공간적 분포특성 측정

원래의 영상은 평균에 의한 압축방법을 통하여 해상도가 변환된 영상으로 변환된다. 평균에 의해 압축된 영상은 해상도 저감에 의한 분포의 차이를 표현할 수는 없다. 원래의 영상이 가지고 있는 분포특성이 해상도 저감과정에서 어떻게 변화하였는가를 파악하기 위해서는 평균 영상 이외에 분산 영상이 필요하다. 분산 영상은 원래의 영상이 해상도가 저감될 때 변화되는 지역의 분포특성을 나타내는 영상이다.

분산 영상의 값이 크면 변화한 정도가 큰 것이며, 분산 영상의 값이 작으면 변화 정도는 작다. 이러한 변화정도는 영상 내의 영역에 따라 다른 경향을 나타낸다. 영상 내에서 해상도의 저감에 따라 변화가 큰 영역이 현저히 드러나는 경우 분산 영상은 집중되어 있는 형태로 나타난다. 분산 영상이 공간적으로 집중되어 있다는 것은 원래의 영상으로부터 공간적 특성이 변화하였다는 것을 의미한다.

2차원의 정규격자 모형에서 자료의 공간적 분포패턴을 분석하기 위해 공간적 자기상관을 이용한 분석이 널리 이용되고 있다. 공간적 자기상관에는 정(+)의 자기상관과 부(-)의 자기상관이 있다. 정의 자기상관은 공간적으로 거리가

가까울수록 자료간의 상관관계가 높아진다는 것을 의미하며, 지리학에서 주된 관심의 대상이다. 공간적으로 인접되어 있는 영상은 정의 자기상관이 발생한다. 공간적 자기상관을 측정하는 대표적인 지수로는 Moran's I가 있다. 8방향으로 인접한 화소를 정의할 때 Moran의 제2측도는 다음과 같이 구할 수 있다(남영우, 1992).

$$I = \left(\frac{n}{2A} \right) \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} Z_i Z_j}{\sum_{i=1}^n Z_i^2}$$

여기서 $Z_i = X_i - \bar{X}$ 이며, n은 영상의 화소 수, A는 인접하는 화소의 갯수이다. 그리고 δ_{ij} 는 인접여부를 표현하는 변수로, i 화소와 j 화소가 인접할 경우는 1이며, 그렇지 않을 경우 0의 값을 가진다.

Moran's I 값이 클 경우 공간적 자기상관이 있다는 것을 의미한다. 이는 영상의 공간적인 분포가 상대적으로 집중되어 있다는 것을 의미하게 된다.

5. 데이터의 적용과 평가

1991년 3월 5일 촬영한 순천만 지역의 LANDSAT TM 영상을 대상을 이용하여, 다양한 해상도의 영상을 제작하고, 각 해상도의 영상마다 여러 가지 구조특성 측정기법을 적용하여 비교평가하였다. 구조특성 측정기법을 적용한 결과는 다음과 같다.

5.1 공간 데이터의 해상도 저감

순천만 지역의 영상을 대상으로 평균에 의한 해상도 변환 방법을 이용하여 30m 해상도의 영상을 변환하여 480m의 해상도까지 30m 간격으로 모두 16가지 해상도의 영상으로 작성하였다. Visual Basic 프로그램을 이용하여 영상의

해상도를 변환하는 프로그램을 작성하고 이를 실행하였다. 영상의 해상도를 변환할 때 원래의 영상으로부터 화소의 값들을 읽은 뒤, 이들의 평균과 분산을 구하고, 그 결과를 파일로 저장하였다. 프로그램의 수행결과 원래 30m의 해상도에서 512행×512열이던 영상의 크기가 480m 해상도에서는 32행×32열의 영상으로 축소되었다.

해상도에 따른 연구지역의 영상은 그림 4에서 6과 같다. 그림은 16가지 해상도의 영상을 표현한 것이다. 그림과 같이 해상도가 낮아지면서 영상이 평활화되어 점차 상세함이 사라진다. 16가지 해상도로 제작된 영상들은 여러 가지 영상특성 측정기법을 이용하여 비교, 분석된다.

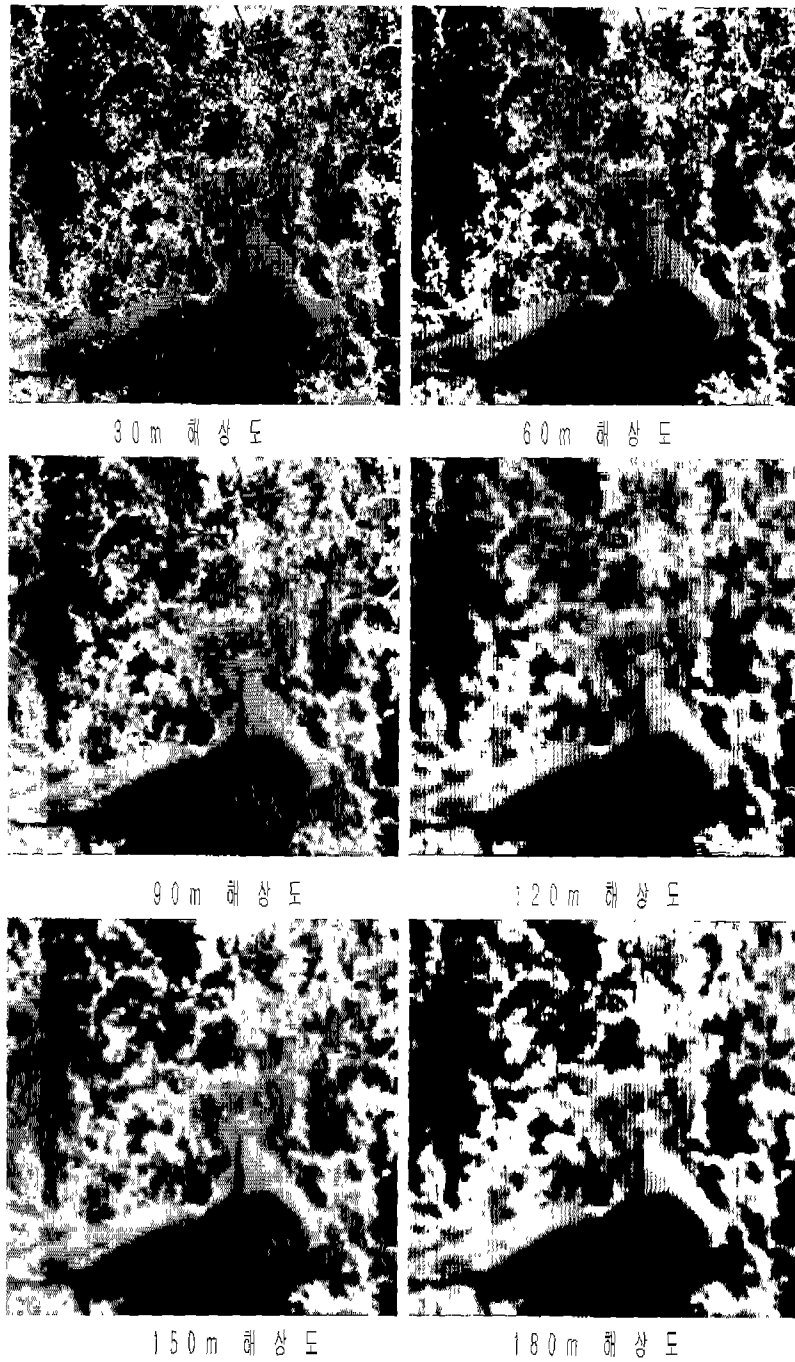
5.2 국지적 분산

국지적 분산 측정기법을 순천만 지역의 영상에 적용한 결과, 그림 7과 같은 해상도에 따른 변화를 볼 수 있었다.

모든 밴드에서 90m 해상도까지는 국지적 분산이 급격한 증가를 보이다가 그 이후에는 완만한 변화를 보이고 있다. 국지적 분산은 이론적으로 적정해상도를 모색할 수 있는 방법이지만 실제 영상에 적용한 결과 밴드에 따라 상이한 결과가 나타났다. 순천만 지역의 영상에 국지적 분산을 적용한 결과 국지적 분산은 해상도에 따른 측정값의 변화가 뚜렷이 나타나지는 않는다. 밴드에 따라 약간씩 차이가 있으며, 이론과 같이 곡선의 형태도 나타나지 않았다. 그러나 90m 해상도까지 국지적 분산이 급격한 증가 추세를 보인 경향은 모든 밴드에서 동일하게 나타났다. 따라서 순천만 지역의 영상은 원래의 30m 해상도보다는 낮은 해상도에서 영상의 특성이 잘 나타나고 있다고 할 수 있다.

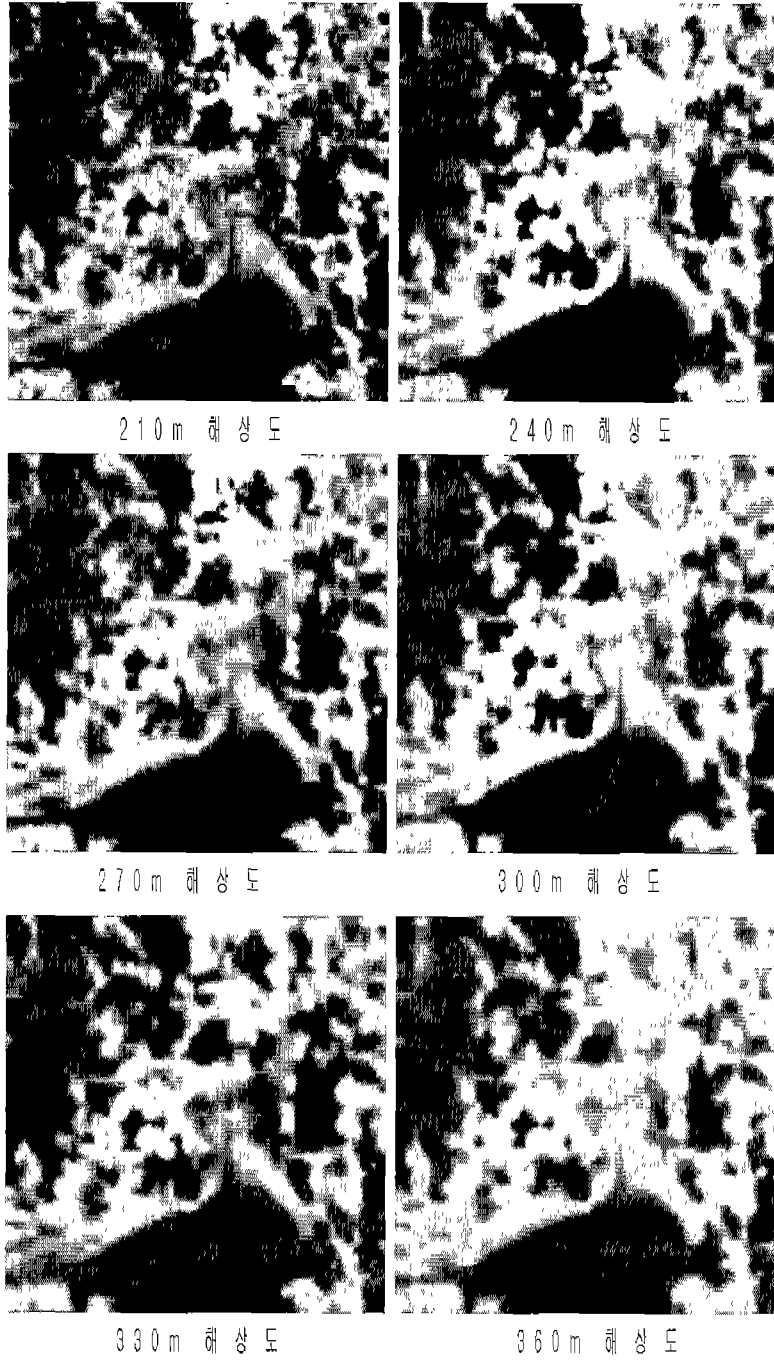
국지적 분산은 특정한 대상물의 분석에 적합한 해상도를 모색하는 기법으로 대상물의 크기를

해상도 변화에 따른 공간 데이터의 구조특성 분석



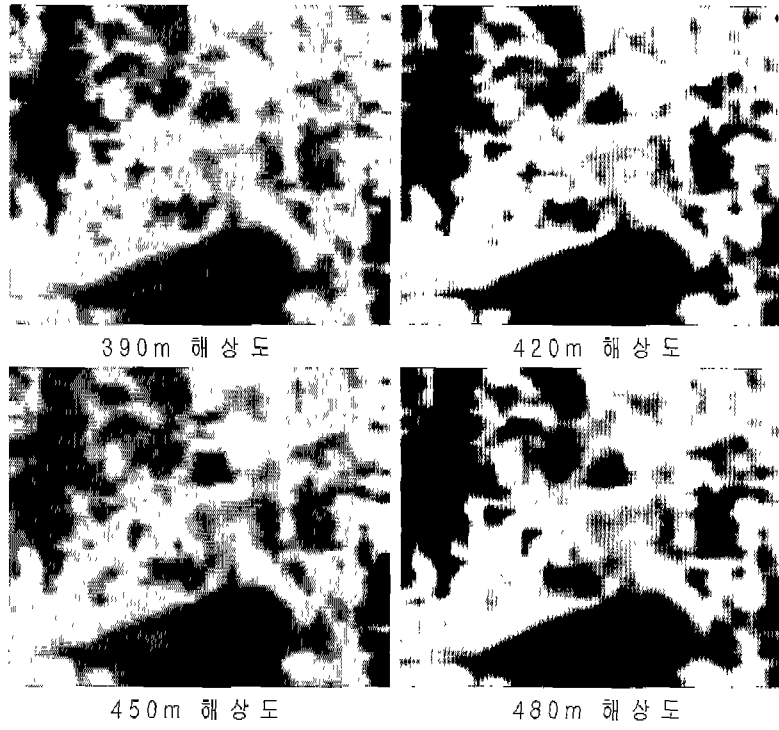
[그림 4] 30m에서 180m 해상도의 영상

구자용



[그림 5] 210m에서 360m 해상도의 영상

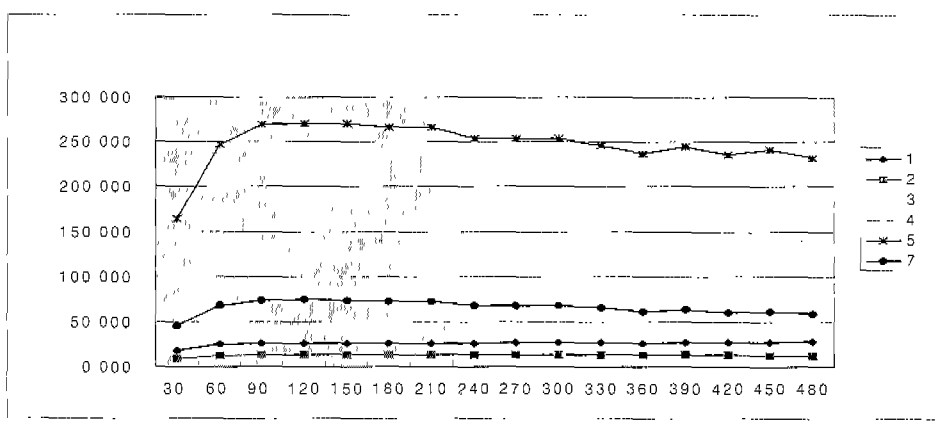
해상도 변화에 따른 공간 데이터의 구조특성 분석



[그림 6] 390m에서 480m 해상도의 영상

반영할 수 있는 해상도를 모색하는 기법이다. 일반적으로 도시지역의 건물이나 일정한 크기의 토지유형 영상을 분석할 경우 바람직한 해상도를 모색할 수 있다. 그러나 순천만 영

상에 국지적 분산을 적용한 결과 해상도 특성을 측정하는 지표로 적당하지 않다는 점을 찾을 수 있었다.



[그림 7] 해상도별 국지적 분산 변화

5.3 프랙탈 차원

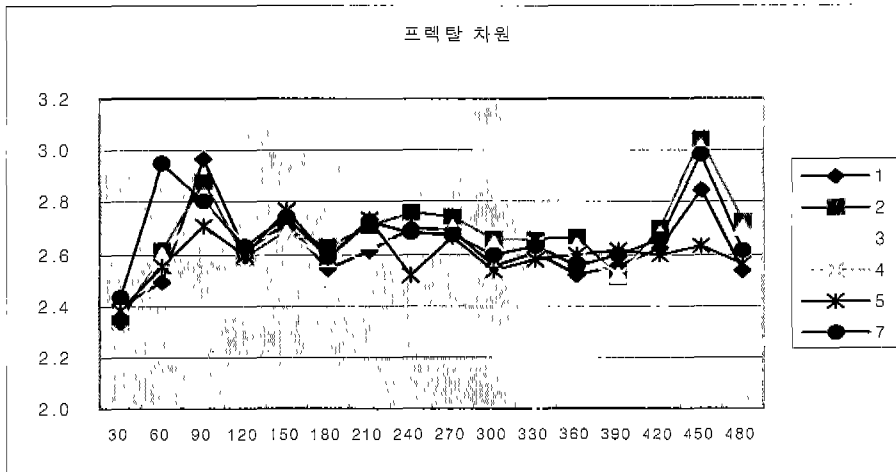
순천만 지역의 영상을 대상으로 해상도 저감에 따른 프랙탈 차원의 변화는 그림 8과 같다.

프랙탈 차원은 국지적 분산보다 해상도에 따른 변화가 심하게 나타났다. 대부분 90m 해상도

할 수 없었다.

5.4 분산 영상의 공간적 분포특성 측정

해상도의 변환과정에서 발생한 분산 영상을 대상으로 해상도에 따른 Moran's I 값의 변화를



[그림 8] 해상도별 프랙탈 차원 변화

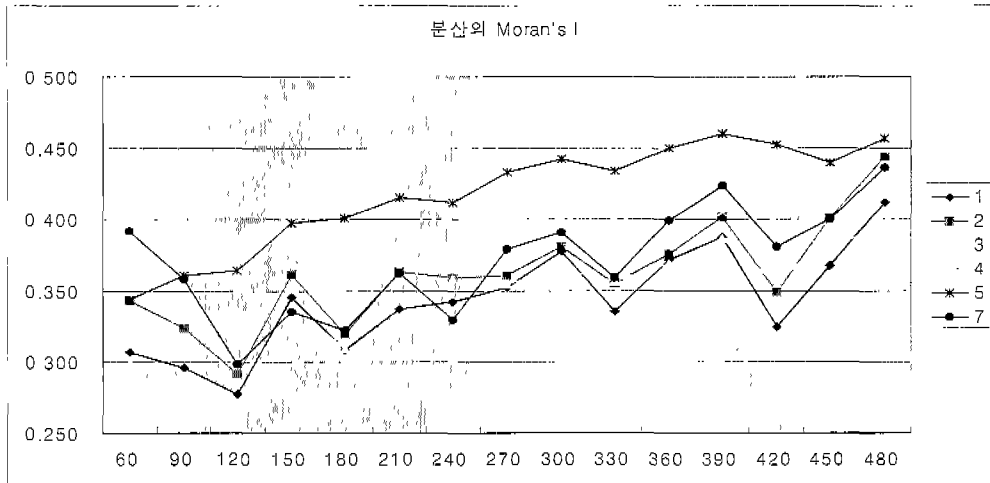
까지는 급한 상승을 보이고 있으나 이후는 밴드에 따라 약간씩 변화정도의 차이를 보이고 있다.

프랙탈 차원은 영상의 복잡성을 측정하는 유용한 방법이지만 실제의 영상을 적용한 결과 해상도에 따른 영상의 뚜렷한 변화를 측정할 수는 없었다. 90m 해상도까지는 프랙탈 차원의 증가가 뚜렷이 나타나지만 그 이후의 해상도에서는 밴드에 따라 변화양상이 다르게 나타나고 있다. 프랙탈 차원은 영상의 복잡한 정도를 하나의 수치로 표현한 것으로 영상내의 지역별 차이는 반영하지 않는다. 즉 영상내에서 복잡한 지역과 단순한 지역들이 하나의 프랙탈 차원으로 대표되기 때문에 해상도에 따른 영상의 부분적 변화는 반영하지 않는다. 순천만 지역의 경우 다양한 토지유형이 존재하고 있지만 프랙탈 차원은 영상의 복잡한 정도를 하나의 지수로만 표현하였기 때문에 해상도에 따른 뚜렷한 변화를 파악

파악하였다. 각 밴드별로 분산 영상의 Moran's I 지수의 변화는 그림 9와 같다. 분산 영상의 공간적 분포패턴의 변화에 따라 Moran's I 지수는 다르게 변화하고 있다. 특히 Moran's I 값의 변화가 심하게 일어나는 해상도는 해상도의 변화에 따른 구조특성의 변화가 심하게 나타나는 지점이라고 할 수 있다.

그림에서 점차 Moran's I 지수가 낮아지다가 120m 해상도를 정점으로 150m에서는 다시 증가하는 경향을 보인다. 이후 300m 해상도와 390m 해상도에서 다시 정점이 나타나며 증가와 감소를 반복하고 있다. Moran's I 지수가 커졌다는 것은 분산의 공간적 분포가 일부 지역에 집중되었다는 것을 의미하며, 이는 해상도의 변화과정에서 일부지역의 변화가 크게 나타남을 의미한다. 따라서 Moran's I 지수가 증가하다가 감소하는 정점에서는 분산 분포의 추세가 변화하는 해상도

해상도 변화에 따른 공간 데이터의 구조특성 분석



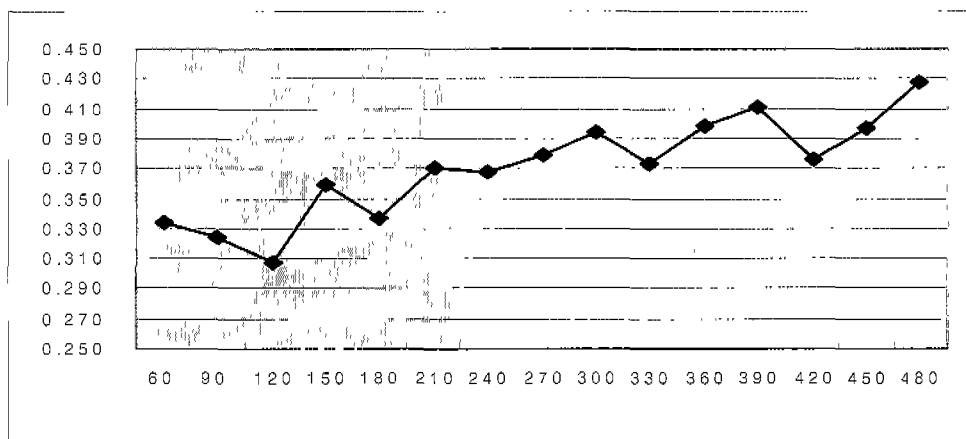
[그림 9] 밴드별 분산의 자기상관도 변화

로 파악될 수 있다. 순천만 지역의 경우 이에 해당되는 해상도는 150m, 300m, 390m이다.

영상의 다중밴드에서 나타난 변화를 하나의 지수로 표현하기 위하여 밴드별 Moran's I 값을 평균으로 요약하고 해상도에 따른 변화를 살펴 보았다(그림 10).

해상도에 따라 공간적 자기상관도가 변화하면서 150m, 300m, 390m의 해상도에서 지수의 정점이 나타나고 있다. 이들 해상도는 분산 영

상의 공간적 분포패턴의 변화가 나타나는 시점이라고 할 수 있다. 분산 영상의 공간적 자기상관도 증가는 영상내의 일부분에서 공간적인 변화가 발생하였다는 것을 의미한다. 즉 해상도의 변화에 따라 영상의 공간적인 분포가 변화하였다는 것으로 해석된다. 순천만 지역의 영상에서 정점을 나타내고 있는 150m 해상도와 300m 해상도는 이전의 해상도인 120m 해상도와 270m 해상도에서 해상도를 변화할 때 영상의 공간적인 변화가



[그림 10] Moran's I의 밴드평균 변화

발생하였다고 볼 수 있다. 이들 해상도는 해상도의 변화에 따라 영상의 구조특성이 변화하는 지점 (scale of action)이라고 해석할 수 있다.

6. 결 론

연구자가 원격탐사를 이용하여 지역을 분석할 경우 지리현상을 적합하게 반영할 수 있는 적정 해상도의 선정은 연구결과의 신뢰도를 결정하는 핵심적 요소로 평가할 수 있다. 본 연구에서는 공간 데이터의 해상도에 따른 특성변화를 파악하기 위하여 위성영상을 대상으로 기존에 개발된 여러 가지 구조특성 측정기법들을 비교하고, 이를 실제의 영상에 적용하여 평가하였다.

영상의 구조특성을 측정하기 위한 기법들을 비교한 결과, 분산 영상의 공간적 자기상관도가 영상 특성이 변화하는 해상도(scale of action)를 탐색하는 과정에 적합하다. 기존에 개발된 국지적 분산과 프랙탈 차원은 이론적으로 적정 해상도를 탐색할 수 있는 효과적인 측정방법이다. 그러나 실제로 영상에 이들 기법을 적용한 결과 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었다. 분산 영상의 공간적 분포를 파악하기 위해 사용된 공간적 자기상관 지수(Moran's I)는 해상도의 변화에 따라 일정한 경향을 가지고 있다. 해상도 변화과정에서 영상의 변화가 큰 지역이 군집될 경우 분산 영상의 공간적 자기상관도가 높아진다. 해상도에 따른 분산 영상의 공간적 자기상관도의 변화를 분석하면, 공간적 자기상관도가 정점인 해상도에서 영상의 변화가 심하게 나타나고 있다. 따라서 영상의 구조특성을 탐색하는 기법으로 분산 영상의 공간적 자기상관도가 효과적인 지수로 작용할 수 있다.

앞으로 원격탐사와 GIS 분야에서 축척의 문제는 계속하여 중요한 이슈로 다루어질 것이다. 축척의 문제를 접근하기 위하여 본 연구에서는 해상도의 변화에 따른 영상의 구조특성변화를 파악하였다. 이러한 공간 데이터의 해상도 특성

을 이용하여 특정 지리현상이 나타나는 적정 해상도의 모색이 가능할 것이다.

참 고 문 헌

- 남영우, 1992, 계량지리학, 법문사.
 유근배, 1993, 지리정보론, 상조사
 Bian, Ling and Stephen J. Walsh, 1993, "Scale Dependencies of Vegetation and Topography in a Mountainous Environment of Montana," Professional Geographer, Vol 45, No. 1, pp. 1-11.
 Cao, Changyong, 1992, Detecting the Scale and Resolution Effects in Remote Sensing and GIS, Ph. D. Dissertation, Louisiana State University.
 Goodchild, Michael F. and Dale A. Quattrochi, 1997, Scale in Remote Sensing and GIS, Lewis Publishers.
 Jensen, John R., 1996, Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA.
 Lam, N. S and Dale A. Quattrochi, 1992, "On the Issues of Scale, Resolution, and Fractal Analysis in the Mapping Sciences," Professional Geographer, Vol 44, No. 1, pp. 88-98.
 Lam, N.S and Lee De Cola, 1993, Fractals in Geography, PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
 Lam, Nina Siu-Ngan, 1990, "Description and Measurement of Landsat TM Images Using Fractals," Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 56, No. 2, pp. 187-195.
 Lyon, J. G. and J. McCarthy eds, 1995, Wetland

- and Environmental Applications of GIS, Lewis Publishers, Boca Raton, USA.
- Richards, John A., 1993, Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer-Verlag.
- Star, Jeffery L, John E. Eates and Kenneth C. McGwire, 1997, Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing, Cambridge University Press.
- Weigel, Stephanie J., 1996, Scale, Resolution and Resampling: Representation and Analysis of remotely Sensed Landscapes across Scale in Geographic Information Systems, Ph. D. Dissertation, Louisiana State University.
- Welch, R., 1982, "Spatial resolution requirements for urban studies," International Journal of Remote Sensing, Vol. 3, No. 2, pp.139-146.
- Woodcock, C. E. and A. H. Strahler, 1987, "The Factor of Scale in Remote Sensing," Remote Sensing of Environment, Vol 21, pp. 311-332.